

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003083048 A**

(43) Date of publication of application: 19.03.03

(51) Int. Cl.

**F01N 3/22**  
**F01N 3/32**  
**F02D 41/22**  
**F02D 45/00**

(21) Application number: **2001280302**

(22) Date of filing: **14.09.01**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **HIROOKA SHIGEMASA**  
**YOSHIOKA MAMORU**

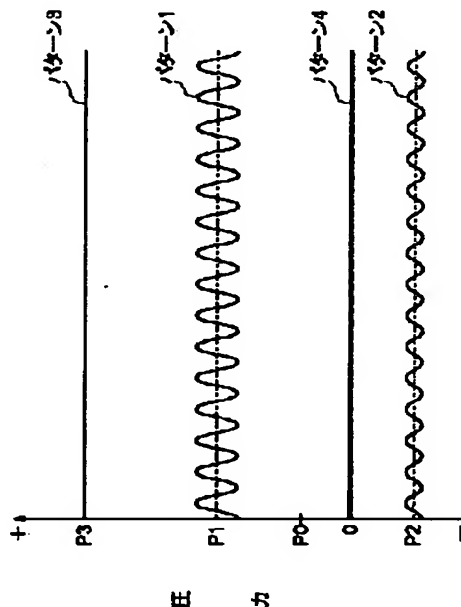
**(54) SECONDARY AIR SUPPLY DEVICE**

**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a secondary air supply device for accurately determining the abnormality of components and detecting malfunction.

**SOLUTION:** The secondary air supply device purifies exhaust gas by supplying air to the upstream side of an exhaust emission control device in an engine exhaust pipe for secondary combustion of combustible materials in the exhaust gas. Pressure behavior patterns (patterns 1 to 4) is found from a pressure value and a pressure variation value detected by a pressure sensor arranged between an air pump and an opening/closing valve, and operating conditions of the air pump and the opening/closing valve is determined in accordance with the variations of the pressure behavior patterns during secondary air supply control and its stop control.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-83048

(P2003-83048A)

(43) 公開日 平成15年3月19日 (2003.3.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
F 0 1 N 3/22	3 0 1	F 0 1 N 3/22	3 0 1 S 3 G 0 8 4 3 0 1 F 3 G 0 9 1 3 0 1 Q 3 G 3 0 1
3/32		3/32	E
F 0 2 D 41/22	3 0 1	F 0 2 D 41/22	3 0 1 M
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-280302(P2001-280302)

(22) 出願日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 広岡 重正

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 ▲吉▼岡 衛

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

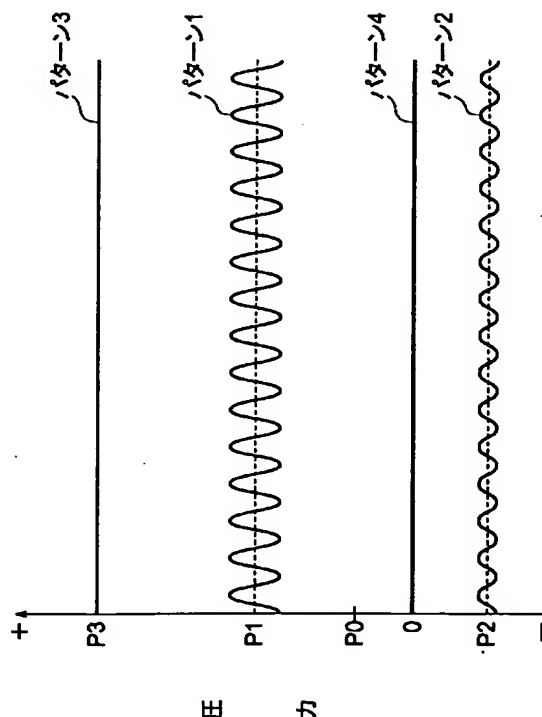
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2次空気供給装置

(57) 【要約】

【課題】 構成部品の異常を正確に判定することが可能で、動作不良の検出も可能とした2次空気供給装置を提供する。

【解決手段】 エンジンの排気管の排気浄化装置上流に空気を供給することで排気中の可燃物質を2次燃焼させて排気の浄化を行う2次空気供給装置であって、エアポンプと開閉弁との間に配置された圧力センサで検出した圧力値と圧力変動値から圧力挙動パターン（パターン1ないし4）を求め、この圧力挙動パターンの2次空気供給制御時と停止制御時での変動を基にしてエアポンプと開閉弁の動作状態を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に2次空気を供給する2次空気供給通路と、前記2次空気供給通路を開閉する開閉手段と、前記開閉手段の下流に配置される逆止弁とを備える2次空気供給装置であって、

前記2次空気供給通路に配置される圧力センサと、前記圧力センサで検出された圧力値と圧力変動値に基づいて構成部品の異常を検出する異常検出部をさらに備えている2次空気供給装置。

【請求項2】 前記異常検出部は、2次空気供給制御時および供給停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせから各構成部品の故障モードを検出することを特徴とする請求項1記載の2次空気供給装置。

【請求項3】 前記開閉手段の上流側にエアポンプが配置されており、前記圧力センサは、前記エアポンプと前記開閉手段の中間位置に配置されていることを特徴とする請求項2記載の2次空気供給装置。

【請求項4】 前記圧力センサは絶対圧センサであって、前記異常検出部は、前記圧力センサの機関始動直前の検出値を大気圧として記憶することを特徴とする請求項3記載の2次空気供給装置。

【請求項5】 前記異常検出部は、前記圧力センサの出力値から前記エアポンプの流量を監視する機能をさらに備えていることを特徴とする請求項3または4のいずれかに記載の2次空気供給装置。

【請求項6】 前記異常検出部は、前記開閉手段の開・閉制御時にそれぞれ前記エアポンプを駆動させて、前記エアポンプの吐出圧を検出することで前記2次空気供給通路の詰まりを検出することを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の2次空気供給装置。

【請求項7】 前記排気系に配置された空燃比センサをさらに備え、前記異常検出部にはその出力がさらに入力されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の2次空気供給装置。

【請求項8】 前記異常検出部は、吸入空気量に応じた目標空燃比と実空燃比との差を基にして異常判定を行うことを特徴とする請求項7記載の2次空気供給装置。

【請求項9】 前記異常検出部は、機関冷却水温に応じた予想空燃比と実空燃比との差を基にして異常判定を行うことを特徴とする請求項7記載の2次空気供給装置。

【請求項10】 前記異常検出部は、2次空気供給制御時、および停止制御時の空燃比の差を基にして異常判定を行う請求項7～9のいずれかに記載の2次空気供給装置。

【請求項11】 前記異常検出部は、2次空気供給制御を強制的に一時オフにすることで、前記空燃比センサの活性化を判定する請求項7～10のいずれかに記載の2次空気供給装置。

【請求項12】 前記圧力センサは、前記開閉手段と前

記逆止弁の中間に配置されていることを特徴とする請求項1記載の2次空気供給装置。

【請求項13】 前記異常検出部は、前記開閉手段が閉制御状態での前記圧力センサで検出される圧力値と圧力変動値を基にして前記逆止弁の異常を検出する請求項12記載の2次空気供給装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気系に配置される排気浄化装置の上流側に2次空気を供給する2次空気供給装置に関し、特に、その構成部品の異常検出が可能な2次空気供給装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関の排気浄化装置として、排気系に三元触媒を配置し、排気ガス中のCO、HC、NOx成分を低減して浄化を図る装置が知られている。さらに、排気管に接続された開閉弁を有する2次空気供給通路にエアポンプから空気を圧送することで、排気管内に2次空気を供給して酸素濃度を高くして、排気ガス中のHC、COを酸化させることにより排気ガスの浄化を促進する技術が知られている。

【0003】このような2次空気供給装置において、エアポンプや開閉弁といった構成部品に以上が生じると、排気ガスの浄化効率が低下してしまい、エミッションが悪化するため、その異常を早期に判定する必要がある。そこで、この種の異常を検出する技術として、特開平9-21312号公報や特開平9-125945号公報に開示されている技術が知られている。

【0004】前者は、2次空気供給通路のエアポンプと開閉弁との間に圧力センサを配置し、検出した圧力値を基にして2次空気供給装置の異常を検出するものである。また、後者は、2次空気供給通路に圧力センサを配置し、検出した圧力脈動の最大値と最小値との差を基にして2次空気供給装置の異常を検出するものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの技術によれば2次空気供給装置自体の異常は検出するが、構成部品のいずれが異常であるかを正確に判定することが難しい。さらに、構成部品が正常には機能していない場合でも、圧力値、圧力脈動が正常値を示す動作不良の場合には異常検出ができない。

【0006】そこで本発明は、構成部品の異常を正確に判定することが可能で、動作不良の検出も可能とした2次空気供給装置を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る2次空気供給装置は、内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に2次空気を供給する2次空気供給通路と、2次空気供給通路を開閉する開閉手段と、開閉手段の下流に配置される逆止弁とを備える2次

空気供給装置であって、2次空気供給通路に配置される圧力センサと、圧力センサで検出された圧力値と圧力変動値に基づいて構成部品の異常を検出する異常検出部をさらに備えていることを特徴とする。

【0008】本発明によれば、圧力センサによって圧力値と圧力変動値とをチェックすることで、その組み合わせに応じて各構成部品の故障モードを従来より詳細に判定することができる。

【0009】この異常検出部は、2次空気供給制御時および供給停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせから各構成部品の故障モードを検出することが好ましい。供給制御時、停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせを利用することでさらに詳細な判定が可能となる。

【0010】開閉手段の上流側にエアポンプが配置されており、圧力センサは、エアポンプと開閉手段の中間位置に配置されていることが好ましい。このようにエアポンプと開閉手段の中間位置に配置することで、開閉手段の異常とエアポンプの異常とを個別に検出することが容易になる。

【0011】圧力センサとして絶対圧センサを用いる場合には、異常検出部は、圧力センサの機関始動直前の検出値を大気圧として記憶すると異常検出時には相対圧を把握することができるとともに2次供給系停止時にはこの圧力センサを大気圧センサとして使用することができ、好ましい。

【0012】異常検出部は、圧力センサの出力値からエアポンプの流量を監視する機能をさらに備えていることが好ましい。エアポンプ下流側の2次空気供給装置が正常な場合には、エアポンプの吐出流量と圧力値とは所定の関係が保たれるから、圧力値から吐出流量を推定することができ、好ましい。

【0013】異常検出部は、開閉手段の開・閉制御時にそれぞれエアポンプを駆動させて、エアポンプの吐出圧を検出することで2次空気供給通路の詰まりを検出してもよい。2次空気供給通路が詰まっていると、2次空気供給時には、エアポンプの異常によって吐出流量が確保されていないにもかかわらず、圧力挙動が正常時と同様の挙動を示すことがある。本発明によれば、閉制御時にエアポンプを駆動させることで、吐出圧力の低下を検知することで、エアポンプの異常と2次空気供給通路の詰まりを同時に判定することができる。

【0014】排気系に配置された空燃比センサをさらに備え、異常検出部にはその出力がさらに入力されているもよい。排気系における空燃比をチェックすることで、2次空気供給が正常に行われているか否かを判定することができる。

【0015】ここで、異常判定は、吸入空気量に応じた目標空燃比と実空燃比との差を基にするか、機関冷却水温に応じた予想空燃比と実空燃比との差を基にするか、2次空気供給制御時、および停止制御時の空燃比の差を

基にすることが好ましい。

【0016】2次空気供給制御は冷間始動時に行われるが、空燃比センサが活性化するまでには始動後一定の時間を要するので、2次空気供給制御を強制的に一時オフにすることで、空燃比センサの活性化を判定することが好ましい。

【0017】また、圧力センサは、開閉手段と逆止弁の中間に配置されていてもよい。この場合、開閉手段が閉制御状態での圧力センサで検出される圧力値と圧力変動値を基にして逆止弁の異常を検出することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

【0019】図1は、本発明に係る2次空気供給装置の構成を示す概略図である。この2次空気供給装置1は、内燃機関である多気筒ガソリンエンジン（以下、単にエンジンと呼ぶ。）2に取り付けられるものである。ここで、エンジン2には吸気管20と排気管21とが取り付けられており、吸気管20には、スロットル24が配置され、吸気フィルタ25に接続されている。吸気フィルタ25とスロットル24の間には、空気量（一次空気量）を測定するためのエアフローメータ26が配置されている。一方、排気管21下流には、3元触媒からなる排気浄化装置22が配置されており、排気浄化装置の上流と下流の双方に排気中の酸素濃度を検知するためのO<sub>2</sub>センサ31、32が配置されている。なお、O<sub>2</sub>センサに代えて、A/Fセンサ、リニアO<sub>2</sub>センサを用いてもよい。

【0020】2次空気供給装置1は、吸気管20の吸気フィルタ25とスロットル24との間の位置と排気管21のエンジン2と上流側O<sub>2</sub>センサ31との間を接続する2次空気供給通路11を備えており、この2次空気供給通路11上に吸気管20側から電気モータ駆動式のエアポンプ（AP）12、エアスイッチングバルブ（ASV）13、逆止弁であるリード弁（RV）14が配置される。そして、AP12とASV13との間に圧力センサ15が配置されている。このASV13には、吸気管20のスロットル24下流から延びる配管16が接続されており、この配管16にはさらに電磁弁17が配置されている。

【0021】2次空気供給装置1の動作を制御する制御装置10には、エンジンを制御するエンジンECU23と相互に情報をやりとりできるよう接続されているほか、圧力センサ15、O<sub>2</sub>センサ31、32の出力信号が入力されるとともに、AP12のモータ駆動と電磁弁17の開閉を制御する。なお、制御装置10は、エンジ

10

20

30

40

50

ンECU23の一部をなしていてもよい。

【0022】この2次空気供給装置1は、主として冷間始動時等の燃料濃度が高く、空燃比(A/F)が小さく、かつ、排気浄化装置22が十分に昇温しておらずその機能が十分に発揮されにくい状態において、制御装置10が電磁弁17を開くことで、吸気管20内の負圧をASV13に導いて、ASV13を開制御するとともに、エアポンプ12を駆動させることで、エアフィルタ25を通過した空気の一部を2次空気供給通路11を介して排気管21内に導くことで、排気中の酸素濃度を上昇させて、そのA/Fを上げ、排気中のHC、COの排気管21における2次燃焼を促して排気の浄化を図るとともに、排気温度を上昇させることで排気浄化装置22の3元触媒の昇温を促進することによりエミッションの悪化を抑制する。なお、ASV13と電磁弁17の組み合わせに代えて、ASV13部分に直接、電磁弁を使用することもできる。

【0023】本発明に係る2次空気供給装置1は、構成部品すなわち、エアポンプ12、ASV13、RV14等の異常を検出する機能を備えていることを特徴とす

\*20 【表1】

AP	ASV	圧力挙動パターン	
		A点	B点
作動	開	1	a
停止	開	2	b
作動	閉	3	c
停止	閉	4	c

【0027】これを基にして、圧力挙動パターンから逆にエアポンプ12、ASV13の作動状況を推定することができる。

【0028】続いて、図4～図7のフローチャートを参照して第1の異常検出ルーチンを説明する。図4はこのルーチンのメインフロー図であり、図5～図7はそのサブルーチンを詳細に示すフローチャートである。図4に示される処理は、基本的に制御装置10によって始動時に一度行われる処理であり、図5～図7の処理は、図4のメイン処理からそれぞれ一度ずつ呼び出される。

【0029】まず、図4に示されるステップS2では、2次空気供給制御(フローチャートおよび以下の説明では、A Iと略す)の実行条件が成立しているか否かをチェックする。この実行条件は、エンジンECU23から送られるエンジン冷却水温、吸気温、始動経過時間、バッテリー電圧、負荷条件等により決定される。ここで、A I実行条件が不成立の場合で、A Iを実行する必要がないと判定した場合には、処理を一部スキップして後述するステップS16へと移行する。なお、A I実行条件が未成立にすぎない場合で、時間が経過したらA Iを実行する必要がある場合には、条件を満たすまでステップS2で待機する。そして、A I実行条件が成立した場合には、ステップS4へと移行する。

【0030】ステップS4では、既にA I機器の異常検

する。具体的には、制御装置10が、2次空気供給通路10上に配置される圧力センサ15で検出される圧力挙動に基づいて構成部品の異常検出を行う。以下、この異常検出の処理ルーチンのいくつかについて詳細に説明する。

【0024】まず、第1の異常検出処理ルーチンについて説明する。この処理について具体的に説明する前に、2次空気供給通路10内の圧力挙動について簡単に説明する。

【0025】図2、図3は、図1におけるA、B两点における圧力挙動の考えられるパターンを模式的に示したグラフである。ここでは、RV14は正常に機能しているものとする。ここで、A点は、本実施形態で圧力センサ15が配置されるエアポンプ12とASV13との間であり、B点は、ASV13とRV14との間の位置である。表1にエアポンプ12とASV13の作動状態の組み合わせとそれぞれの場合の両点における圧力変動パターンをまとめて示す。

【0026】

【表1】

出済みでないかをチェックする。後述するA I機器の異常を示すフラグは、車両の補機電源をオフにした場合でもリセットされることなく、A I機器の点検、整備を行った場合にのみリセットされることが好ましい。異常検出済みの場合には、処理をスキップして後述するステップS32へと移行する。これにより、異常が既に判明している状態でA Iを作動させようとすることで発生するトラブルを防止できる。

【0031】ステップS4で、事前にA I機器の異常が検出されていないと判定された場合には、ステップS6へと移行して、エアポンプ12を作動させるとともに、ASV13を開弁する。続く、ステップS8では、異常検出条件が成立しているか否かをチェックする。この異常検出条件とは、A I実行から所定の時間が経過してエアポンプ12の作動が安定した状態にあり、エンジン2の回転数、負荷や車両の車速条件からエンジンがアイドル状態にあり、異常検出が容易な状態にあることを判定できる条件を指す。異常検出条件が満たされている場合には、ステップS10に移行して、供給制御時の圧力挙動パターンを判定する。

【0032】この供給制御時圧力挙動判定処理(ステップS10)では、図5に示されるようにまず、ステップS100で圧力センサ15で検知した圧力値Pの時間変化を所定の時間に渡って取り込む。そして、続く、ステ

ップS102では、その平均値 $P_m$ を算出する。さらに、ステップS104では、圧力値 $P$ の脈動の振幅値 $P_a$ を算出する。

【0033】ステップS106では、まず、圧力値 $P$ の脈動の振幅値 $P_a$ と閾値 $P_{a0}$ とを比較する。 $P_a$ が $P_{a0}$ より大きい場合には、図2で示される脈動の大きなパターン1、2のいずれかであると判定して、ステップS108へと移行する。そして、ステップS108では、圧力の平均値 $P_m$ と閾値 $P_0$ とを比較する。 $P_m$ が $P_0$ より大きい場合には、パターン1であり、2次空気供給が行われていると判定して、ステップS110へと移行し、供給空気量 $Q$ をチェックする。ここで、エアポンプ12の吐出圧力とその供給空気量とは図8に示されるような関係がある。そこで、吐出圧力（実際には、圧力センサ15による測定値の平均値 $P_m$ ）から供給空気量を推定することができる。供給空気量が図8に示される $Q_x$ より少ないと、排気中の燃料濃度が高いまま維持され、エミッションが悪化するおそれがある。ステップS110では、推定供給空気量がこの $Q_x$ を上回っているか否かをチェックする。なお、吐出圧力値自体を閾値 $P_x$ と比較してもよい。

【0034】ステップS112で供給空気量が少ないと判定された場合には、ステップS114へと移行して、フラグ $X_{faildown}$ に1をセットし、ステップS120へと移行する。供給空気量が充分な場合にはステップS120へと直接移行する。そして、ステップS120では、フラグ $F11$ に1をセットし、ステップS130へと移行してフラグ $X_{step1}$ に1をセットし、このサブルーチンを終了する。

【0035】ステップS108で $P_m$ が $P_0$ 以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン2であると判定し、ステップS140へと移行して、フラグ $F12$ に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0036】ステップS106で $P_a$ が $P_{a0}$ 以下であった場合には、図2で示される脈動のないパターン3、4のいずれかであると判定して、ステップS150へと移行する。そして、ステップS150では、ステップS108と同様に $P_m$ と $P_0$ とを比較する。 $P_m$ が $P_0$ より大きい場合には、圧力挙動パターンはパターン3であると判定し、ステップS160へと移行して、フラグ $F13$ に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0037】一方、ステップS150で $P_m$ が $P_0$ 以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン4であると判定し、ステップS170へと移行して、フラグ $F14$ に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0038】図5のサブルーチンが終了すると、図4に示されるメインフローのステップS12のA1終了条件

判定へと移行する。A1終了条件が満たされない場合には、ステップS8へと戻り、処理を繰り返す。一方、ステップS8で異常検出条件が満たされていない場合には、ステップS10の圧力挙動判定をスキップしてステップS12へと移行する。これにより、A1実行中の圧力挙動パターン判定の判定成功率、精度を向上させることができる。

【0039】ステップS12でA1終了条件が成立したと判定された場合には、ステップS14へと移行してエアポンプ12を停止させ、ASV13を閉じてA1制御を停止する。そして、ステップS16へと移行してフラグ $X_{step1}$ の値をチェックすることで、ステップS10の圧力挙動判定が終了しているか否かをチェックする。 $X_{step1}$ が1以外の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンの判定ができていないので、その後の判定処理をスキップして後述するステップS32へと移行する。一方、 $X_{step1}$ が1の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンの判定を終了しているので、次の処理ステップS18へと移行する。ステップS18では、次の停止制御時圧力挙動判定（ステップS20）を行うための異常検出条件が満たされているか否かをチェックする。満たされていた場合には、ステップS20へと移行して停止制御時圧力挙動判定を行う。

【0040】図6に示されるこの停止制御時圧力挙動判定処理（ステップS20）のサブルーチンは、図5に示される制御時圧力挙動判定処理のサブルーチンと類似する。まず、ステップS200で圧力センサ15で検知した圧力値 $P$ の時間変化を所定の時間に渡って取り込む。続いてその平均値 $P_m$ 算出（ステップS202）と圧力値 $P$ の脈動の振幅値 $P_a$ の算出（ステップS204）を行う。

【0041】ステップS206では、まず、 $P_a$ と閾値 $P_{a0}$ とを比較する。 $P_a$ が $P_{a0}$ より大きい場合には、図2で示される脈動の大きなパターン1、2のいずれかであると判定して、ステップS208へと移行する。そして、ステップS208では、圧力の平均値 $P_m$ と閾値 $P_0$ とを比較する。 $P_m$ が $P_0$ より大きい場合には、パターン1であると判定して、ステップS220へと移行し、フラグ $F21$ に1をセットする。

【0042】ステップS208で $P_m$ が $P_0$ 以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン2であると判定し、ステップS240へと移行して、フラグ $F22$ に1をセットする。

【0043】ステップS206で $P_a$ が $P_{a0}$ 以下であった場合には、図2で示される脈動のないパターン3、4のいずれかであると判定して、ステップS250へと移行する。そして、ステップS250では、ステップS208と同様に $P_m$ と $P_0$ とを比較する。 $P_m$ が $P_0$ より大きい場合には、圧力挙動パターンはパターン3であると判定し、ステップS260へと移行して、フラグ $F$

23に1をセットする。

【0044】一方、ステップS250でPmがP0以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン4であると判定し、ステップS270へと移行して、フラグF24に1をセットする。

【0045】フラグF21～F24をセットした後は、いずれの場合もステップS230へと移行してフラグXstep2に1をセットし、このサブルーチンを終了する。

【0046】図6のサブルーチンが終了すると、図4に示されるメインフローのステップS24へと移行する。一方、ステップS18で異常検出条件が成立していない場合には、ステップS22へと移行してA1停止後、所定時間が経過しているか否かをチェックし、経過していない場合には、ステップS18へと戻ることで、A1停止後所定時間は再判定を試みる。所定時間経過していた場合には、ステップS24へと移行する。

＊

モード	AP	ASV	圧力挙動パターン	
			供給制御時	停止制御時
1	○	○	1	4
2	○	×開固着	1	2
3	○	×開固着	3	4
4	×常時作動	○	1	3
5	×常時作動	×開固着	1	1
6	×常時作動	×開固着	3	3
7	×不作動	○	2	4
8	×不作動	×開固着	2	2
9	×不作動	×開固着	4	4

【0050】ここで、○は正常を、×は機器の異常を表す。

【0051】図7に示されるステップS30の異常判定処理の処理フローはこの表2を基にして判定を行うものである。まず、ステップS300では、フラグF11が1であるか否かをチェックする。1の場合は供給制御時の圧力挙動パターンがパターン1であることを示しているので、次にステップS302へと移行し、フラグF24が1であるか否かをチェックする。1の場合は停止制御時の圧力挙動パターンがパターン4であることを示すから、表2から明らかなようにこの組み合わせはモード1であり、エアポンプ12、ASV13とも正常であることを示す。そこで、ステップS304へと移行してフラグXfaildownの値をチェックすることで、流量低下が起こっていないか否かをチェックする。Xfaildownが1でない場合には、流量低下が引き起こされておらず、機器がいずれも正常であるから、ステップS306へと移行して、故障診断フラグXAIに正常であることを示す1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、Xfaildownが1の場合には、流量低下があることから、エアポンプ12の作動不良の可能性があり、ステップS318へと移行して、故障診断フラグXAIに異常であることを示す-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0052】ステップS302でF24が1でない場合

＊【0047】ステップS24では、フラグXstep2の値をチェックすることで、ステップS20の圧力挙動判定が終了しているか否かをチェックする。Xstep2が1以外の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定ができていないので、その後の判定処理をスキップして後述するステップS32へと移行する。一方、Xstep2が1の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定を終了しているので、次の処理ステップS30へと移行する。

【0048】ステップS30は、ステップS20とS30の判定結果を基にして構成部品の異常を判定する。エアポンプ12、ASV13のそれぞれの正常、異常モードの組み合わせに対して供給・停止制御時の圧力挙動パターンを対応させて表2にまとめて示す。

【0049】

【表2】

には、表2におけるモード2、4、5のいずれかであるから、ステップS310へと移行する。このステップS310では、まずフラグF22が1であるか否かをチェックする。F22が1でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン2ではなく、パターン1、3であるモード4、5の場合には、エアポンプ12が常時作動している故障状態にあることから、ステップS312へと移行して、エアポンプの故障診断フラグXFAPに常時作動故障であることを示す1をセットしてステップS314へと移行する。一方、F22が1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン2の場合、つまりモード2の場合には、エアポンプ12は正常であるから、ステップS312をスキップしてステップS314へと移行する。

【0053】続く、ステップS314では、フラグF23が1であるか否かをチェックする。F23が1でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン3ではなく、パターン1、2であるモード2、5の場合には、ASV13が常時開弁している開固着状態にあることから、ステップS316へと移行して、ASVの故障診断フラグXFASVに開固着であることを示す1をセットしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F23が1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがバ



ターン3、つまりモード4の場合には、ASV13は正常であるから、ステップS316をスキップしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0054】一方、ステップS300でF11が1でないと判定された場合には、モード3、6～9のいずれかであることを示す。この場合には、ステップS320へと移行してフラグF12が1であるか否かをチェックする。F12が1、つまり供給制御時の圧力挙動パターンがパターン2の場合はモード7、8のいずれかであり、10 いずれの場合にもエアポンプ12は不作動状態であることから、エアポンプの故障診断フラグXFAPに不作動故障であることを示す-1をセットしてステップS324へと移行する。このステップS324では、フラグF22が1であるか否かをチェックする。F22が1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン2の場合はモード8であり、ASV13が常時開弁している開固着状態にあることから、ステップS326へと移行して、ASVの故障診断フラグXFASVに開固着であることを示す1をセットしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F22が1でない場合はモード7であって、ASV13は正常であるから、ステップS326をスキップしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0055】一方、ステップS320でF12が1でないと判定された場合には、モード3、6、9のいずれかであることになる。いずれの場合もASV13は常時閉弁状態である開固着状態にあることから、ステップS330へと移行して、ASVの故障診断フラグXFASVに閉固着であることを示す-1をセットする。続いて、ステップS332ではフラグF13が1であるか否かをチェックする。F13が1の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン3であり、モード3、6のいずれかであることを示す。この場合は、ステップS334へと移行してフラグF23が1であるか否かをチェックする。1である場合には、停止制御時の圧力挙動パターンもパターン3であり、モード6であって、エアポンプ12が常時作動している故障状態にあることになる。そこで、ステップS336へと移行して、エアポンプの故障診断フラグXFAPに常時作動故障であることを示す1をセットした後、ステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F23が1でない場合はモード3であって、エアポンプ12は正常であるから、ステップS336をスキップしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0056】ステップS332でF13が1でないと判定された場合には、モード9であってエアポンプ12が不作動の故障状態にあることを示す。そこで、ステップ

S338へと移行してエアポンプの故障診断フラグXFAPに不作動故障であることを示す-1をセットした後、ステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0057】図7のサブルーチンが終了すると、図4に示されるステップS32へと移行して故障診断フラグXAIの値をチェックする。その値がシステムが正常であることを示す1の場合には、ステップS34をスキップして処理を終了する。一方、その値がシステムが異常であることを示す-1または、未判定であることを示す0の場合には、ステップS34へと移行して図示していない表示装置やアラームを利用して運転者に対してシステムに異常がある旨あるいは故障検知が行えなかった旨を通知する警告処理を行い、処理を終了する。

【0058】本発明に係るこの異常検出ルーチンによれば、エアポンプ、ASVのいずれがどのような故障をしているのかを正確に検知することが可能である。

【0059】以上の説明では、AI終了後に停止制御時の圧力挙動判定処理を行い、その後で異常判定処理を行う例を説明したが、AI供給中に強制的に一時供給を停止することにより停止制御時の圧力挙動判定を行うことで、AI供給制御の条件成立中にその異常判定を行ってもよい。このようにすると、AI制御中に故障診断を行うことが可能となる。

【0060】また、表2に示されるように、機器正常時におけるAI供給制御時の圧力挙動パターンはパターン1に限られることから、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン1以外であった場合には、直ちにAI制御を停止して、停止時の圧力挙動パターン判定に移行してもよい。特に、供給制御時の圧力挙動パターンがパターン4であった場合には、表2に示されるモード9であることは明らかであるから、停止時の圧力挙動パターン判定を省略することも可能である。

【0061】さらに、圧力センサ15の位置はA点に限られるものではなく、B点に配置されていても同様の手法によって機器の故障モードを判別することが可能である。また、圧力センサ15としては大気圧との差圧を出力する相対圧センサのほか、絶対圧センサを用いることもできる。この場合、2次空気系の作動停止時には、大気圧の検出が可能な構成である必要があるが、一般的なエアポンプ12では、ハウジングとポンプ回転体が密着しておらず、非作動時にはその前後が連通する構成となっているため、このようなエアポンプ12においては、大気圧検出が可能である。このような構成の場合には、エンジン始動前の出力値を大気圧として用い、その差から相対圧を演算すればよい。これにより、2次空気系の異常検出時および2次空気供給中以外には、圧力センサ15を大気圧センサとして用いることが可能となる。ただし、エアポンプ12の常時作動故障時には吐出圧分だけ大気圧を高めに見積もる可能性があるので、こ



の場合はエアポンプ12の使用電力、電圧、電流等をチェックして補正すればよい。また、ASV13の開固着時には、エンジン2による排気脈動が伝達される可能性があるが、この場合、平均圧力は大気圧近傍となるので平均化処理により大気圧を検出することが可能である。

【0062】この第1の異常検出ルーチンにさらに配管の詰まり判定を追加することも可能である。図9は、この詰まり判定処理を示すフローチャートであり、図7に示されるステップS304とステップS306との間に挿入されることで第1の異常検出ルーチン中での詰まり判定を可能とする。

【0063】ステップS304でフラグxfaildownの値が1でないと判定された場合には、ASV13が閉状態のまま、エアポンプ12を一時駆動させ（ステップS301）、圧力センサ15によりその吐出圧Pを読み込む（ステップS303）、そして計測した吐出圧Pと閾値 $P_v$ とを比較する（ステップS305）。Pが $P_v$ より小さい場合には、エアポンプの作動不良が起きているにもかかわらず、AI供給制御時には、一定の圧力値が検出されたことを示す。これは、ASV13下流の配管が詰まっているため、エアポンプ12の吐出量が充分でないのに一定の圧力上昇が見られたことを示すから、ステップS307へと移行して配管状態を表すフラグxjamに詰まりを示す1をセットするとともに、エアポンプ流量を表すフラグxfaildownに流量低下を示す1をセットして、ステップS318へ移行する。充分な圧力上昇が見られる場合には、エアポンプ12の流量低下、配管詰まりはないとしてステップS306へ移行する。これにより、配管を含めた2次空気供給装置の異常を判定することができる。

【0064】次に、第2の異常検出ルーチンについて図10～図12を参照して説明する。この異常検出ルーチンが実施される2次空気供給装置では、図10に示されるように圧力センサ15がB点に配置されている点が図11に示される2次空気供給装置と異なる。図11は異常検出処理のメインフロー図であり、図12はそのうちのリード弁の異常判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0065】まず、ステップS38では、AI実行条件が成立しているか否かをチェックする。これは図4に示されるステップS2と同等の処理である。条件が成立していない場合（未成立の場合を除く。未成立の場合には条件が成立するまで待機する。）には、その後の処理をスキップして終了する。条件が成立している場合には、次に、ステップS39へと移行して、既にAI機器の異常検出済みでないかをチェックする。この処理は図4に示されるステップS4と同等の処理である。異常検出済みの場合には、処理をスキップして後述するステップS57へと移行する。これにより、異常が既に判明している状態でAIを作動させようとすることで発生するトラ

ブルを防止できる。

【0066】ステップS39で、事前にAI機器の異常が検出されていないと判定された場合には、ステップS40へと移行して、リード弁の異常判定処理を行う。図12はこの異常判定処理を示すフローチャートである。

【0067】まず、所定時間の圧力値Pの変動を読み込み（ステップS400）、圧力平均値 $P_m$ を算出する（ステップS401）。次に、この $P_m$ と閾値 $P_v$ （ $P_v$ は負圧、すなわち、大気圧以下である。）とを比較する（ステップS402）。負圧が発生している場合には、B点では、エンジン2によって発生する排気管21内の圧力脈動のうち最小圧力（負圧）でホールドされていることを意味し、RV14が正常に機能していると判定してそのまま処理を終了する。

【0068】一方、負圧が発生していない場合には、ステップS403へと移行してシステムの状態を示すフラグXAIに異常を示す値-1をセットする。そして、圧力脈動の変動値 $\Delta P$ を算出する（ステップS404）。そして、この $\Delta P$ と閾値 $\Delta P_v$ とを比較する。 $\Delta P$ が $\Delta P_v$ より大きい場合には、RV14が常時開弁状態にあって、エンジン2によって発生する排気管21内の圧力脈動がB点に直接伝わっていることを意味するから、ステップS407へと移行してRV14の故障状態を示すフラグXFRVに開固着状態であることを示す1をセットして処理を終了する。

【0069】一方、ステップS406で圧力脈動がないと判定された場合には、 $P_m$ が大気圧近傍あるいはそれ以上でホールドされていることを意味する。そこで、ステップS408でまず、 $P_m$ が大気圧近傍か（相対圧が0近傍であるか）否かをチェックする。 $P_m$ が大気圧近傍ではない、すなわち、大気圧より高い状態にある場合には、AIが停止制御状態であるにも関わらず、作動していることを意味するから、エアポンプ12の故障状態を表すフラグXFAPに常時作動状態であることを示す1を、ASV13の故障状態を表すフラグXFASVに開固着状態であることを示す1をそれぞれセットして（ステップS409）処理を終了する。

【0070】 $P_m$ が大気圧近傍であった場合には、ステップS410へと移行してさらに $\Delta P$ と別の閾値 $\Delta P_c$ （ここで $\Delta P_c < \Delta P_v$ である。）とを比較する。 $\Delta P$ が $\Delta P_c$ より大きい場合には、ASV13が開弁状態にあって吸気側の脈動が伝わっているものと判定し、ASV13の故障状態を表すフラグXFASVに開固着状態であることを示す1をセットして（ステップS412）処理を終了する。一方、 $\Delta P$ が $\Delta P_c$ 以下の場合には、ASV13、RV14とも閉弁状態にあるものと判定し、RV14の故障状態を示すフラグXFRVに閉固着状態であることを示す-1をセットして（ステップS411）処理を終了する。

【0071】図12のサブルーチンの処理が終了する

と、図11に示されるステップS41へと移行してフラグXAIの値をチェックする。値が-1の場合には、機器の故障が検出されているので、後述するステップS57へと移行し、値が-1でない（正確には異常検出処理が終了していないため初期値0である）場合には、ステップS43へと移行し、エアポンプ12を作動させ、ASV13を開弁して、AI供給を開始する。続く、ステップS44では、異常検出条件が成立しているか否かチェックする。この異常検出条件は図4におけるステップS8の条件と同一である。異常検出条件が満たされていない場合には判定処理をスキップしてステップS50へと移行する。

【0072】異常検出条件が満たされている場合には、ステップS45に進み、フラグXAIの値をチェックする。XAIが0の場合、つまり異常検出処理がまだ行われていない場合のみ、ステップS46へと移行し、既に正常との判定結果が得られている場合には、判定処理をスキップしてステップS50へと移行する。なお、異常の場合に、この処理は迂回される。

【0073】ステップS46では、所定時間の圧力値Pの変動を読み込む。そして、圧力平均値Pmを算出する（ステップS47）。ステップS48では、このPmと閾値P<sub>0</sub>（大気圧より高い）とを比較する。PmがP<sub>0</sub>より大きい場合には、十分な2次空気供給があると判定し、ステップS49へと移行して故障診断フラグXAIに正常であることを示す1をセットする。ステップS50では、AI終了条件が成立しているか否かチェックし、成立していない場合には、ステップS44へと戻ること、処理を繰り返し、2次空気供給を継続する。一方、AI終了条件が成立した場合には、ステップS51へと移行してエアポンプ12を停止させるとともに、ASV13を開弁して2次空気供給を停止して処理を終了する。

【0074】ステップS48でPmがP<sub>0</sub>以下であると判定された場合には、ステップS52へと移行し、このPmとP<sub>A</sub>（大気圧より低い負圧である。）とを比較する。PmがP<sub>A</sub>より小さい場合には、ASV13が閉弁状態にあり、2次空気供給が妨げられていると判定してASV13の故障状態を表すフラグXFASVに閉固着状態であることを示す-1をセットし（ステップS53）、ステップS55へと移行する。一方、PmがP<sub>A</sub>以上の場合には、ASV13は正常に開弁状態にあるが、エアポンプ12が停止している結果、エアフィルタ25側と連通し、ほぼ大気圧に近い状態にあるものと判定し、エアポンプ12の故障状態を表すフラグXFAPに不作動状態であることを示す-1をセットし（ステップS54）、ステップS55へと移行する。

【0075】ステップS55では、システムの状態を示すフラグXAIに異常を示す値-1をセットする。そして、ステップS56では、エアポンプ12を停止させ、

ASV13を開弁させる制御を行う。実際には、いずれかの部品が故障しているため、元々2次空気供給は行っていないが、他の正常な機器の故障を誘発するのを避けるためにこの処理が行われる。続く、ステップS57では、図4におけるステップS34と同様に図示していない表示装置やアラームを利用して運転者に対してシステムに異常がある旨あるいは故障検知が行えなかった旨を通知する警告処理を行い、処理を終了する。

【0076】この実施形態によれば、RV14の異常と他の一部の機器の異常判定をAI実行前に行うことができる。また、AI実行中に他の機器の異常判定も行うことが可能である。

【0077】次に、第3の異常検出ルーチンについて図13～図15を参照して説明する。このこの異常検出ルーチンが実施される2次空気供給装置では、図13に示されるようにエアポンプ12を有していない点が図10に示される2次空気供給装置と異なる。図14は異常検出処理のメインフローであり、図15はそのうちのリード弁の異常判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0078】第3の異常検出ルーチンの処理内容は、第2の異常検出ルーチンの処理内容とほぼ同様であるため、一致する部分の詳細な説明は省略する。AI実行条件成立判定（ステップS39）、AI機器異常判定（ステップS40）を経てリード弁異常判定処理（ステップS40a）に移行する。図15はこの異常判定処理を示すフローチャートである。この異常判定処理は図13に示される異常判定処理フローのうち、エアポンプ12に関連するステップS408、S409のみを除外したものである。したがって、その内容の詳しい説明は省略する。

【0079】図15のサブルーチンの処理が終了すると、図14に示されるステップS41へと移行してフラグXAIのチェック（ステップS41）の後、値が-1でない場合には、ASV13を開弁して、AI供給を開始する（ステップS43a）。続いて、異常検出条件成立を確認し（ステップS44）、満たされていない場合には判定処理をスキップしてステップS50へと移行する。

【0080】異常検出条件が満たされている場合には、フラグXAIを確認し（ステップS45）、XAIが0の場合のみ、ステップS46へと移行し、他の場合には、判定処理をスキップしてステップS50へと移行する。

【0081】ステップS46では、所定時間の圧力値Pの変動を読み込む。そして、圧力平均値Pmを算出する（ステップS47）。ステップS48aでは、このPmが大気圧近傍であるか（絶対圧の場合は0近傍か）を確認する。大気圧近傍の場合は、十分な2次空気供給があると判定し、ステップS49へと移行して故障診断フラグXAIに正常であることを示す1をセットする。ステッ

ブS50では、AI終了条件が成立しているか否かをチェックし、成立していない場合には、ステップS44へと戻ること、処理を繰り返し、2次空気供給を継続する。一方、AI終了条件が成立した場合には、ステップS51aへと移行してASV13を閉弁して2次空気供給を停止して処理を終了する。

【0082】ステップS48aでPmが大気圧近傍でない、具体的には負圧が大きい場合は、ASV13が閉弁状態にあり、2次空気供給が妨げられていると判定して、ステップS55aへと移行し、ASV13の故障状態を表すフラグXFAVに閉固着状態であることを示す-1をセットするとともに、システムの状態を示すフラグXAIに-1をセットする。(ステップS53)。そして、ステップS56aでは、ASV13を閉弁させる制御を行う。実際には、ASV13は閉固着状態にあるが、他の正常な機器の故障を誘発するのを避けるためにこの処理が行われる。続く、ステップS57の処理は、図11におけるのと同様である。

【0083】本異常検出処理ルーチンによっても第2の異常検出処理ルーチンと同様に構成機器の異常モードを正確に判定することができる。

【0084】次に、第4の異常検出処理ルーチンについて図16～図18を参照して説明する。この異常検出処理ルーチンは、図1に示される2次空気供給装置において実施されるものである。そして、エアポンプ12の吐出量低下と燃料系異常を判定するものであって、図4～図6に示される第1の異常検出処理ルーチンと併用することが可能である。

【0085】図16は、この処理ルーチンのメインフローを示している。まず、ステップS60では、AI制御中であるか否かをチェックする。AI制御中でない場合にはその後の処理をスキップして処理を終了する。一方、AI制御中の場合にはステップS62へと移行する。

【0086】次に、所定時間のエアポンプ12の吐出圧Pの変動、実際には圧力センサ15の測定値を読み込み(ステップS62)、圧力平均値Pmを算出する(ステップS64)。次に、このPmと閾値P<sub>r</sub>とを比較する(ステップS66)。PmがP<sub>r</sub>以下の場合には、吐出量が不足していることを意味するから(図8参照)、ステップS67へ移行してエアポンプの流量低下を表すフラグXfaildownに1をセットするとともに、システムの状態を示すフラグXAIに故障状態であることを示す-1をセットして処理を終了する。

【0087】一方、PmがP<sub>r</sub>より大きい場合には、ステップS68へと移行してPmと閾値P<sub>e</sub>とを比較する(ここでP<sub>r</sub><P<sub>e</sub>)。PmがP<sub>e</sub>以上の場合には、エアポンプ12は正常であるが、配管が詰まっているため吐出圧が増大していると判定し、ステップS69へと移行して配管詰まりを表すフラグXjamに1をセットするとと

もに、システムの状態を示すフラグXAIに故障状態であることを示す-1をセットして処理を終了する。

【0088】一方、PmがP<sub>e</sub>より小さい場合には、ステップS70のA/Fセンサ活性化判定処理へと移行する。ここで、A/Fセンサとは図1に示されるO<sub>2</sub>センサ31を含む排気の空燃比、空気過剰率等を検出できるセンサを指す。

【0089】図17はこのA/Fセンサ活性化判定処理の具体的処理のフローチャートである。まず、ステップS700では、AI制御中であるか否かをチェックする。制御中でない場合には処理をスキップして終了する。続く、ステップS702では、活性化状態を示すフラグXAFの値をチェックする。フラグXAFの値は活性化判定未了の場合には0を、センサ異常の場合には-1を活性化済みの場合には1をとる。ステップS702でXAFが0以外の場合にはその後の処理をスキップして終了する。

【0090】その次のステップS704、S706では、エンジン始動後の経過時間 $\Delta t_{s,t}$ と所定の閾値 $\Delta t_{th1}$ 、 $\Delta t_{th2}$ とをそれぞれ比較する(ここで、 $\Delta t_{th1} < \Delta t_{th2}$ である)。 $\Delta t_{s,t}$ が $\Delta t_{th1}$ 以下の場合には、エンジン2の回転が安定していない可能性があるので、ステップS700へと戻って処理を繰り返す。 $\Delta t_{s,t}$ が $\Delta t_{th2}$ 以上の場合には、 $\Delta t_{th2}$ 経過してもA/Fセンサが活性化していないことを示すから、A/Fセンサが異常であると判定し、ステップS707へ移行してフラグXAFに-1をセットして処理を終了する。それ以外、つまり $\Delta t_{s,t}$ が $\Delta t_{th1}$ を越え、 $\Delta t_{th2}$ 未満の場合には、ステップS708へと移行してエンジンECU23からスロットル開度の時間変化量 $\Delta \theta$ を取り込み、これを閾値 $\Delta \theta_{th}$ と比較する。 $\Delta \theta$ が $\Delta \theta_{th}$ 以上の場合には、エンジン2が過渡状態にあり、以下に示す活性化判定を正確に行うことができないため、ステップS700へと戻り、再度処理を繰り返す。

【0091】ステップS708でエンジンが $\Delta \theta$ が $\Delta \theta_{th}$ より小さいと判定された場合には、次にエアポンプ12を停止させ、ASV13を閉弁して、AIを一時停止し(ステップS710)、O<sub>2</sub>センサ31の出力値から停止前後のA/Fの差 $\Delta \lambda$ を演算する(ステップS712)。続くステップS714では、この $\Delta \lambda$ と閾値 $\Delta \lambda_{th}$ とを比較する。AI供給時と停止時に有為な差が見られれば、A/Fセンサが活性化しているとみなせるから、ステップS716へと移行してフラグXAFに1をセットして処理を終了する。一方、有為な差が見られない場合には、未だ活性化していないとしてフラグXAFを変更することなく0のまま処理を終了する。

【0092】図17に示される判定処理終了後は、図16に示されるステップS72に戻り、フラグXAFの値がチェックされる。この値が0の場合には、ステップS70へと戻り(一定の待機時間を設けることが好まし

い)、再判定を行う。値が-1の場合には、A/Fセンサを利用したこれ以下の処理判定が行えないので、その後の処理をスキップして終了する。そして値が1の場合にのみステップS74へと移行する。

【0093】ステップS74では、O<sub>2</sub>センサ31の出力からA1時の排気2次A/F値 $\lambda_2$ を読み込み、続いて、エアフローメータ26で測定される吸入空気量Gaから算出される目標2次A/F値 $\lambda_{t2}$ を算出する(ステップS76)。このGaと $\lambda_{t2}$ の間には、図18

(a)に示される関係がある。ステップS78では、 $\lambda_2$ と $\lambda_{t2}$ とを比較する。 $\lambda_2$ が $\lambda_{t2}$ 以上の場合には、十分な2次空気が供給されているとして、ステップS80へと移行してシステムの状態を示すフラグXAIに正常である旨を示す1をセットして処理を終了する。

【0094】一方、 $\lambda_2$ が $\lambda_{t2}$ 未満の場合には、2次空気の供給量が不足していることを表す。そこで、まず、エアポンプ12を停止して、ASV13を開弁することで2次空気供給を停止し(ステップS82)、この時のO<sub>2</sub>センサ31の出力、つまり2次空気供給停止時の排気のA/F値(以下、1次A/F値と呼ぶ) $\lambda_1$ を読み込む(ステップS84)。続いて、 $\lambda_2$ と $\lambda_1$ との差を $\Delta\lambda$ とし(ステップS86)、エアフローメータ26で測定される吸入空気量Gaから算出される目標A/F変動値 $\Delta(A/F) = \Delta\lambda_{t1}$ を算出する(ステップS88)。このGaと $\lambda_{t1}$ の間には、図18(b)に示される関係がある。続いて、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_{t1}$ を比較する(ステップS90)。 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_{t1}$ 以下の場合には、吐出量自体が実際には不足しているが、詰まりにより吐出圧自体は上昇した場合であると判定し、ステップS91へと移行して、フラグXjam、Xfaildownに1をそれぞれセットするとともに、XAIに-1をセットして処理を終了する。

【0095】一方、 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_{t1}$ を越えている場合には、空燃比が異常にリッチになっている場合であると判定して、燃料系の異常判定を行い(ステップS92)、その後処理を終了する。燃料系異常判定処理の具体的な内容については割愛する。

【0096】この処理によればエアポンプ12の流量低下や配管11の詰まりを正確に判定することが可能となる。

【0097】次に、第5の異常検出処理ルーチンについて図19、図20を参照して説明する。この異常検出処理ルーチンは、図1に示される2次空気供給装置において実施されるものである。

【0098】図19はこの処理のメインフローである。まず、ステップS61では、A1制御中であるか否かをチェックする。A1制御中でない場合にはその後の処理をスキップして処理を終了する。一方、A1制御中の場合にはステップS63へと移行し、始動後最初のアイドル状態であるか(ファーストアイドルか)をチェックす

る。

【0099】次に、ステップS70のA/Fセンサ活性化判定処理へと移行する。この活性化判定処理の内容は前述した図17に示される処理である。処理後はステップS71へと移行し、フラグXAFの値がチェックされる。この値が0の場合には、ステップS70へと戻り(一定の待機時間を設けることが好ましい)、再判定を行う。値が-1の場合には、A/Fセンサを利用したこれ以下の処理判定が行えないので、その後の処理をスキップして終了する。そして値が1の場合にのみステップS71へと移行する。

【0100】ステップS71では、エンジンECU23から冷却水温 $T_{w1}$ データを受信し、図20(a)に示される関係に基づいて正常エンジン回転数NE1を算出する。次に、図20(b)に示される関係に基づいて $T_{w1}$ から2次空気供給によって増大すると予想されるA/F値である $\Delta\lambda_w$ を算出する(ステップS75)。そして、ステップS77で実際のエンジン回転数NEをNE1と比較する。

【0101】NEがNE1より大きい場合には、ステップS79へと移行し、図20(c)に示される関係に基づいて $T_{w1}$ から2次空気供給がない場合の予想A/F値である $\lambda_w$ を算出する。次に、O<sub>2</sub>センサ31の出力から2次空気供給時の排気2次A/F値 $\lambda_2$ を読み込み(ステップS81)、 $\lambda_2$ と $\lambda_w$ の差を $\Delta\lambda$ とする(ステップS83)。そして、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_w$ とを比較する(ステップS85)。

【0102】 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より大きい場合には、十分な2次空気供給があるとして、2次空気供給装置を正常と判定し、ステップS87へと移行してフラグXAIに1をセットして処理を終了する。

【0103】一方、ステップS77でNEがNE1以下であった場合、および、ステップS85で $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ 以下であった場合には、ステップS89へと移行して、エアポンプ12を停止し、ASV13を開閉して2次空気供給を停止する。次に、O<sub>2</sub>センサ31の出力から2次空気停止時の排気1次A/F値 $\lambda_1$ を読み込み(ステップS93)、 $\lambda_2$ と $\lambda_1$ の差を $\Delta\lambda$ とする(ステップS95)。そして、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_w$ とを比較する(ステップS97)。

【0104】 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より大きい場合には、十分な2次空気供給があるとして、2次空気供給装置を正常と判定し、ステップS87へと移行してフラグXAIに1をセットして処理を終了する。

【0105】一方、 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より小さい場合には、2次空気供給が充分でないとして2次空気供給装置を異常と判定し、ステップS99へと移行してフラグXAIに-1をセットして処理を終了する。

【0106】この異常検出処理ルーチンにおいては、予想A/Fを用いて正常と判定された場合、つまり始動直

後の燃焼状態良好な場合には、2次空気供給装置の強制オフによる判定処理を行わないので、エミッションの低下を抑制することができ、好ましい。

【0107】本発明は、異常の異常検出処理ルーチンの使用に限られるものではなく、これらの組み合わせや基本的な考え方を同じくするルーチンの変更、修正、改良はすべて本発明に含まれる。

【0108】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、従来と異なり、2次空気供給装置を構成する構成部品であるエアポンプ、開閉弁、逆止弁、配管等の異常、動作不良等の不具合の有無およびその内容を正確に判定することができる。さらに、不具合によっては2次空気供給制御前および制御中の速い段階で判定を行うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る2次空気供給装置を示す概略図である。

【図2】図1のA点における圧力挙動パターンを示すグラフである。

【図3】図1のB点における圧力挙動パターンを示すグラフである。

【図4】図1の装置における第1の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図5】図4の処理の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図6】図4の処理の別の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図7】図4の処理のさらに別の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図8】エアポンプ流量と吐出圧力の関係を示す図である。

【図9】図4の処理に加えて配管の詰まり判定処理を行\*

\*う場合のフローチャートである。

【図10】第2の異常検出処理ルーチンを実行する2次空気供給装置を示す図である。

【図11】図10の空気供給系において行われる第2の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図12】図11の一部を詳細に示すフローチャートである。

【図13】第3の異常検出処理ルーチンを実行する2次空気供給装置を示す図である。

【図14】図13の空気供給系において行われる第3の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図15】図14の一部を詳細に示すフローチャートである。

【図16】第4の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図17】図16の一部であるA/Fセンサ活性化判定処理を詳細に示すフローチャートである。

【図18】吸入空気量と2次A/F値、A/F変動値の関係をそれぞれ示すグラフである。

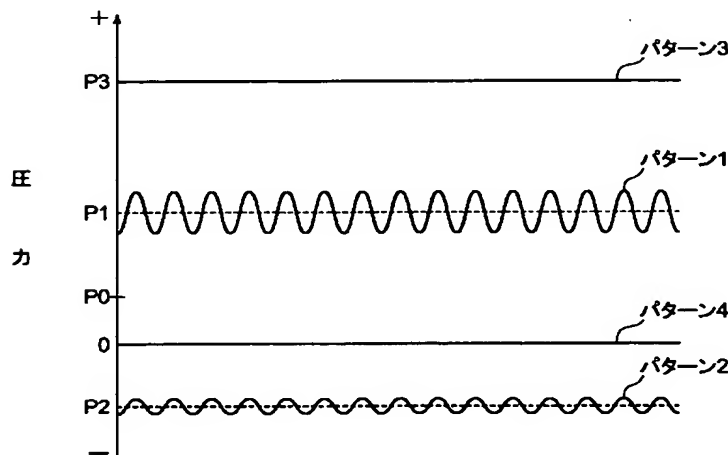
【図19】第5の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図20】エンジン冷却水温と、正常エンジン回転数、2次空気供給による予想増大A/F値、2次空気非供給時の予想A/F値の関係をそれぞれ示すグラフである。

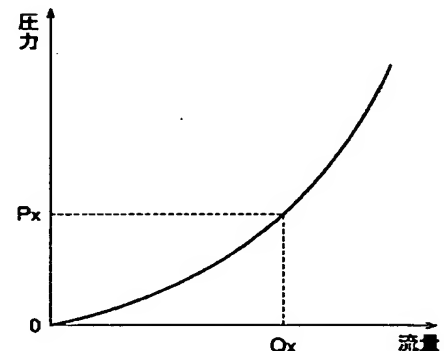
【符号の説明】

1…2次空気供給装置、2…エンジン、10…制御装置、11…2次空気供給通路、12…エアポンプ、13…ASV（エアスイッチングバルブ）、14…リード弁（逆止弁）、15…圧力センサ、16…配管、17…電磁弁、20…吸気管、21…排気管、22…排気浄化装置、23…エンジンECU、24…スロットル、25…吸気フィルタ、31、32…O<sub>2</sub>センサ。

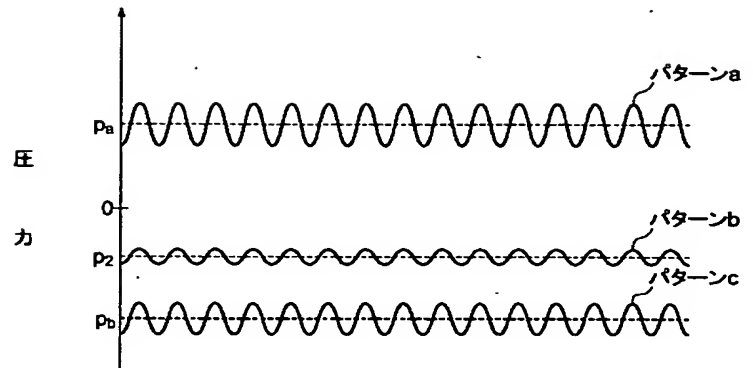
【図2】



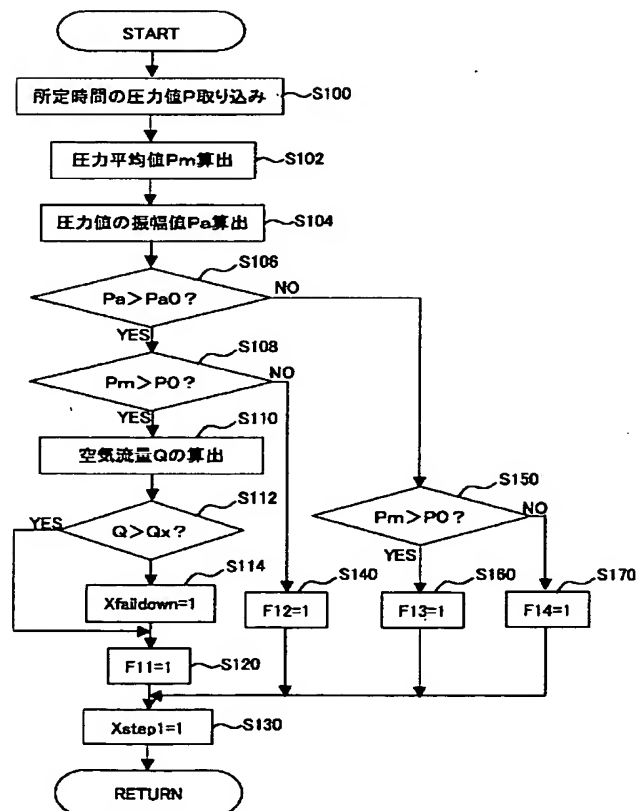
【図8】



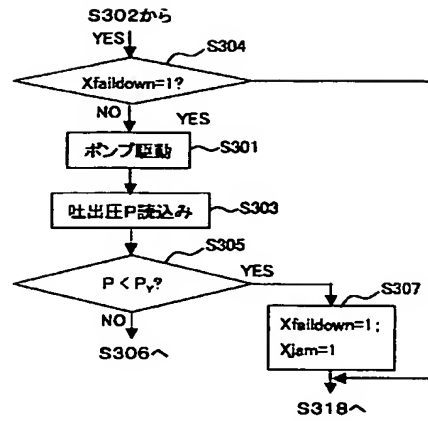
【図3】



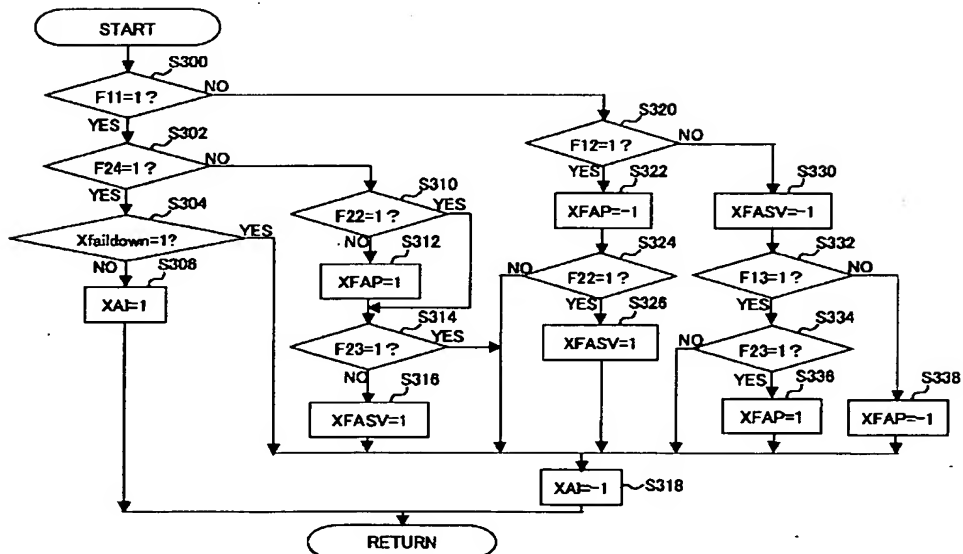
【図5】



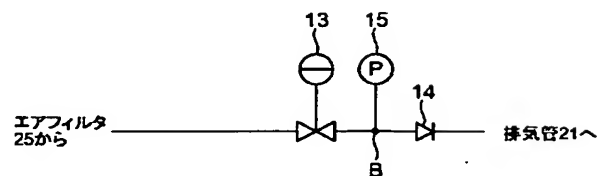
【圖9】



【圖 7】

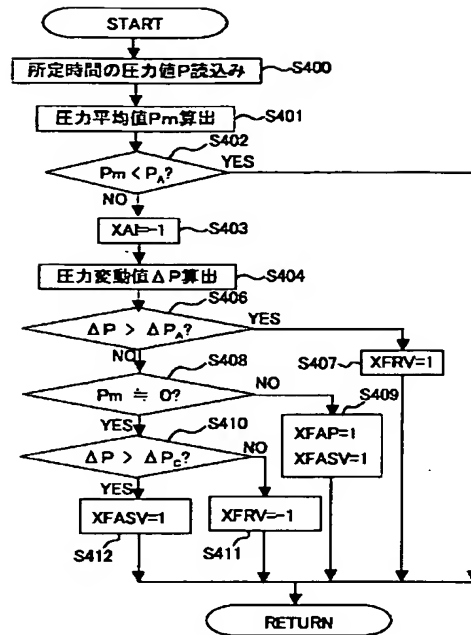


【圖 13】

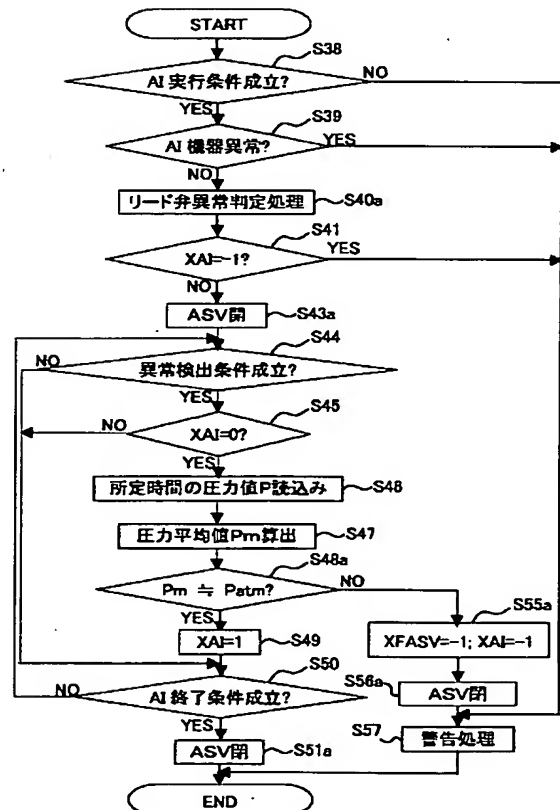




【圖 12】

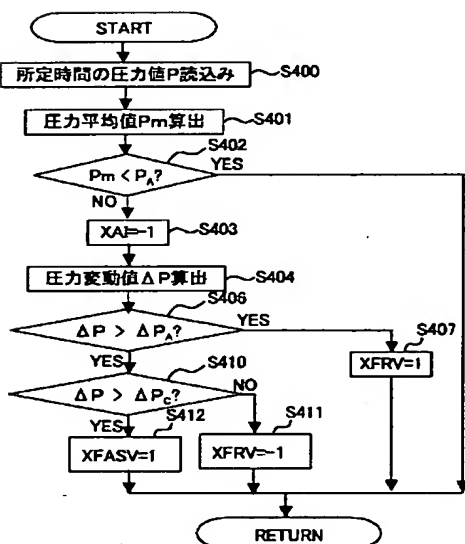


【図 14】

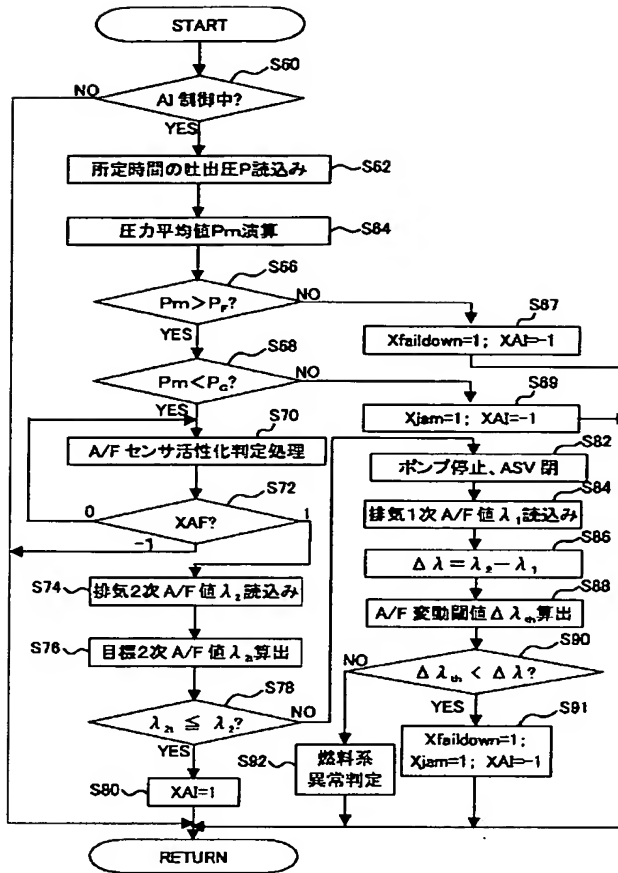


```

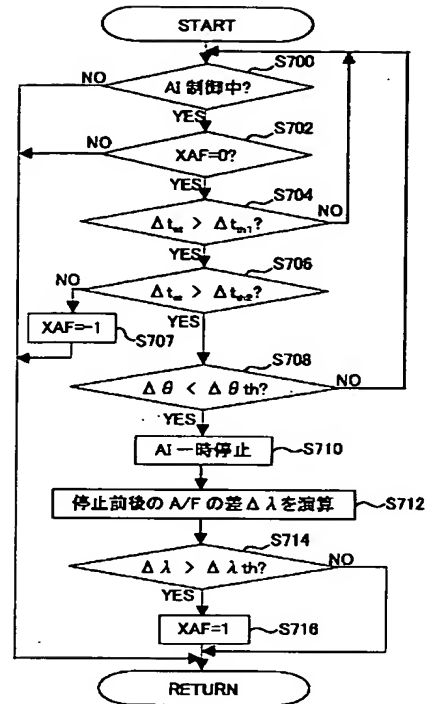
graph TD
    START([START]) --> S400[所定時間の圧力値P読み込み]
    S400 --> S401[圧力平均値Pm算出]
    S401 --> S402{Pm < PA?}
    S402 -- YES --> S407[XFRV=1]
    S402 -- NO --> S403[XAF=1]
    S403 --> S404[圧力変動値ΔP算出]
    S404 --> S406{ΔP > ΔPA?}
    S406 -- YES --> S407
    S406 -- NO --> S410{ΔP > ΔPC?}
    S410 -- YES --> S411[XFASV=1]
    S410 -- NO --> S412[XFRV=1]
    S407 --> RETURN([RETURN])
    S411 --> RETURN
    S412 --> RETURN
  
```



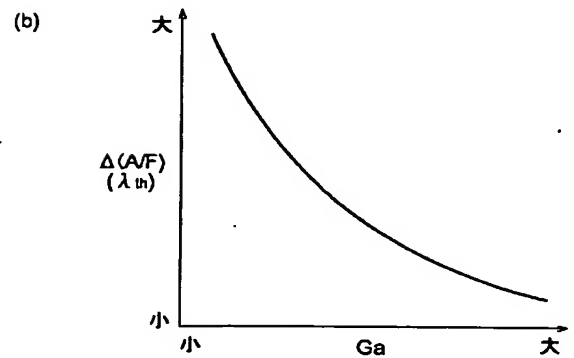
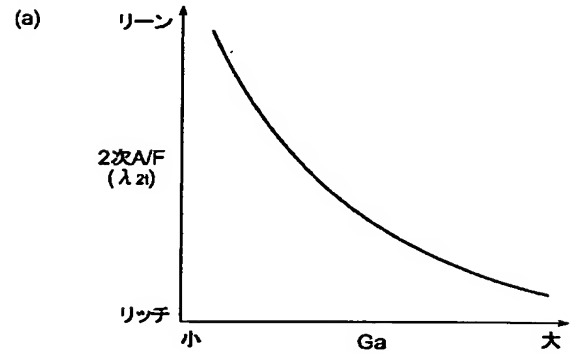
【図16】



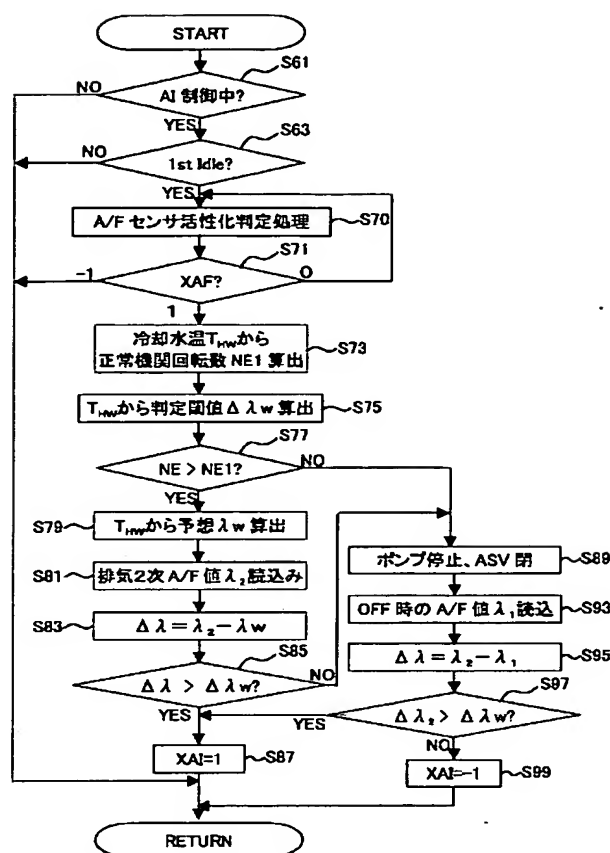
【図17】



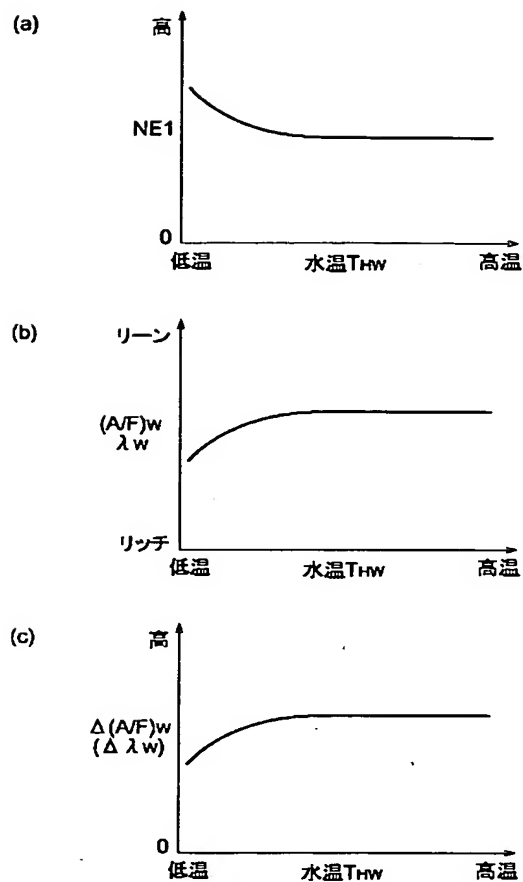
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>F 0 2 D 41/22  
45/00

識別記号

3 0 5  
3 1 4

F I

F 0 2 D 41/22  
45/00

テーマコード (参考)

3 0 5 M  
3 1 4 Z

F ターム (参考) 3G084 BA00 DA04 DA27 DA33 EB22  
FA00 FA20 FA26 FA29 FA33  
3G091 AA17 AB01 BA03 BA15 BA29  
BA31 CA22 CA24 EA01 EA24  
EA34 HA41  
3G301 HA01 JB02 JB09 LC01 PD02B  
PE01Z PE08Z